

УДК 620.19

Ю. Я. Реутов

Институт физики металлов УрО РАН,

г. Екатеринбург

ВЫДЕЛЕНИЕ МНОГОМЕРНОГО СИГНАЛА В СЕЛЕКТИВНОМ МЕТАЛЛООБНАРУЖИТЕЛЕ

В работе предлагается алгоритм (и логическая схема) обработки многомерного сигнала металлообнаружителя, позволяющая обнаруживать металлические предметы (например, оружие) с заданными свойствами, игнорируя сопутствующие, являющиеся помехами.

Ключевые слова: многомерный сигнал, металлообнаружитель, датчик, селективный, оружие, предмет личного пользования, помеха, логический элемент, обнаружение, алгоритм, дистанция.

Yu. Ya. Reutov

THE ALLOCATION MULTI-DIMENSIONAL SIGNAL IN SELECTIVE METAL DETECTOR

In work the algorithm (and logic circuit) processing multi-dimensional of a signal metal Detector, allowing is offered to find out metal subjects (for example, weapon) with the given properties,, ignoring accompanying, being handicapes.

Keywords: multi-dimensional signal, metal Detector, sensor, selective, allocation, the weapon, subject of personal usage, handicap, logic element, detection, algorithm, distance.

Нередко возникает необходимость в обнаружении (диагностировании) определенного многомерного сигнала на фоне сопутствующих, представляющих собой помеху. Так, например, приходится обнаруживать оружие, размещенное под одеждой проверяемого, в присутствии металлических предметов личного пользования. В ряде случаев, требуется это делать, не привлекая внимания лица, подвергаемого обследованию. Для этого, в частности, металлообнаружитель (или только его датчик) размещается скрытно в рукаве одежды сотрудника службы безопасности (см. рис. 1), а сигнализация

проверяющему об обнаружении оружия осуществляется вибрационным индикатором.

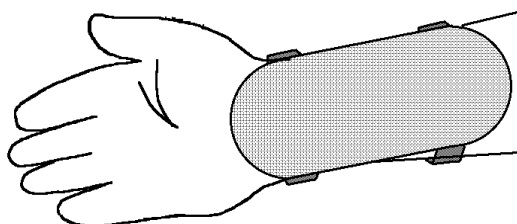


Рис. 1

В таком случае рука с обнаружителем естественным телодвижением проносится вблизи тела проверяемого в месте предполагаемого размещения оружия. Очевидно, что в целях маскировки, такой пронос может выполняться лишь однократно, а расстояние от тела проверяемого, на котором оно осуществляется, контролируется в незначительной степени и может варьироваться от нескольких до десятков сантиметров. При этом в зоне проноса могут оказаться металлические предметы личного пользования, являющиеся помехой. Если учесть, что сигнал от металлического предмета обратно пропорционален третьей – седьмой степени расстояния между ним и датчиком металлообнаружителя [1], то становится ясным, что амплитуда отклика на один и тот же предмет может в каждом конкретном случае (эпизоде обследования) варьироваться в сотни раз. Очевидно, что амплитудный метод обнаружения здесь неприемлем, поскольку будет приводить к многочисленным ложным срабатываниям от предметов личного пользования (пусть и обладающих меньшими размерами по сравнению с оружием).

Выход здесь заключается в сопоставлении между собой нескольких компонент отклика металлообнаружителя на присутствие объекта поиска, то есть в выделении многомерного сигнала [2]. Это могут быть индукция и пространственный градиент (градиенты) индукции магнитного поля рассеяния объекта поиска, компоненты отклика в фазовой плоскости при зондировании синусоидальным магнитным полем, результаты стробирования переходного процесса в объекте при зондировании импульсным магнитным полем и т. п.

В любом случае, в момент принятия решения об обнаружении компоненты сигнала не должны выходить за пределы динамического диапазона приемного тракта обнаружительного устройства, поскольку при его перегрузке соотношение между ними может быть искажено (см. рис. 2), что приведет к ложным срабатываниям (перебраковке) или, наоборот, к пропускам объекта поиска.

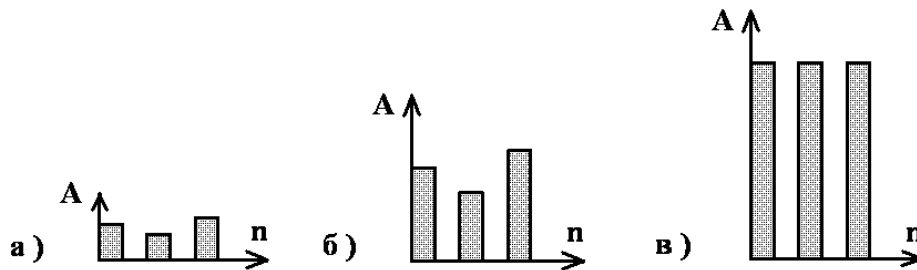


Рис. 2

В данной статье предлагается описание устройства селективного выделения многомерного сигнала применительно к вышеописанной ситуации. Будем исходить из того, что в процессе контроля (приближения к предмету и удаления от него) многокомпонентный сигнал проходит последовательно стадии а), б), в), б), а) на рис. 2. Стадия в) может и не реализоваться. В таком случае, из всех стадий процесса обследования целесообразно выбрать стадию приближения, а именно тот ее этап, на котором компоненты многомерного сигнала уже в достаточной степени превышают естественные и индустриальные магнитные помехи, но еще не столь велики, чтобы перегружать приемный тракт. Тогда объект поиска (в данном случае оружие) можно селективно обнаруживать с максимального расстояния.

Амплитуды компонент сигнала объекта обнаружения на этом этапе будут иметь минимальные значения:

$$A_1, A_2, \dots, A_n. \quad (1)$$

и максимальные значения

$$A_1 + \Delta A_1, A_2 + \Delta A_2, \dots, A_n + \Delta A_n. \quad (2)$$

где n – число компонент сигнала.

Величины ΔA характеризуют размеры области многомерного пространства (по соответствующим компонентам), в пределах которой должен находиться сигнал от объекта, подлежащего обнаружению. На расстояниях, не превышающих заданное максимальное, сигнал от объекта поиска обязательно попадет, пусть и на короткое время, в заданную область многомерного пространства. Именно в этот момент он и должен быть обнаружен.

Для решения поставленной задачи автором предложена функциональная схема, приведенная на рис. 3 и соответствующая (в данном случае) обнаружению двумерного сигнала. Она содержит двухвходовые логические элементы ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ (DD1, DD3), по числу компонент сигнала, логический элемент И – НЕ (DD2) с числом входов, равным числу компонент сигнала, логический элемент И (DD4), с числом входов, также равным числу компонент сигнала и, наконец, RS –триггер (DD5). С работой примененных логических элементов можно ознакомиться, например, в источнике [3].

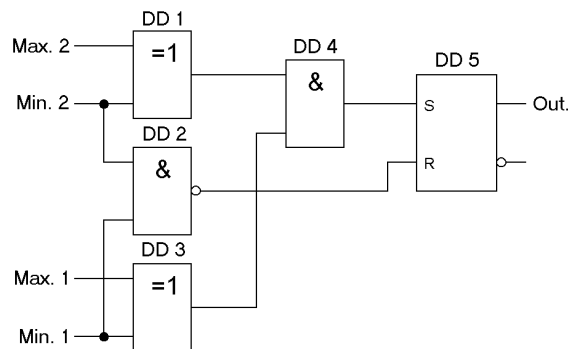


Рис. 3

Логические уровни на входы устройства Min.1 и Max.1 подаются с выходов компараторов (пороговых устройств), подключенных к первой компоненте сигнала (например, синфазной в фазовой плоскости), а на входы Min.2 и Max.2 с выходов компараторов, подключенных к его второй (в нашем примере квадратурной) компоненте. Эти логические уровни появляются на выходах компараторов, если соответствующая компонента сигнала превысила минимальную заданную A_n и максимальную заданную $A_n + \Delta A_n$ величины соответственно. Например, если синфазная компонента сигнала больше одного

вольт и меньше 1,2 вольт, а его квадратурная компонента, в то же время, больше двух вольт и меньше 2,4 вольт, то сигнал попадает в заданную область пространства и должен быть обнаружен. Такая ситуация обязательно реализуется в процессе сближения предмета заданного класса с поисковой головкой обнаружительного устройства. Очевидно, что при этом на входах Min.1 и Min.2 нашего устройства должны присутствовать высокие логические уровни (логические единицы), в то время как на входах Max.1 и Max.2 - низкие (логические нули).

Если же, в момент нахождения одной из компонент в заданном интервале напряжений, другая компонента не попадает в обусловленный интервал, мы имеем дело с предметом, не подлежащим обнаружению.

В таблице 1 истинности нашего селектирующего устройства представлены различные варианты сочетаний логических сигналов на его входе и соответствующие им логические сигналы на его выходе (Out) и выходах промежуточных звеньев.

Таблица 1

Min. 1	Max. 1	Min. 2	Max. 2	R	S	Out
0	0	0	0	1	0	0
1	0	0	0	1	0	0
1	1	0	0	1	0	0
<u>1</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>0</u>	<u>0</u>	<u>1</u>	<u>1</u>
1	1	1	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0

Из таблицы видно, что вдали от металлических предметов, когда на выходах всех компараторов присутствуют логические «нули», на выходе RS – триггера также присутствует логический «нуль», обусловленный наличием логической «единицы» на его входе сброса R. Логическая «единица» - сигнал об обнаружении – появляется на выходе триггера лишь, когда обе компоненты сигнала одновременно находятся в обусловленных интервалах напряжений. В остальных случаях на выходе триггера присутствует логический «нуль».

Нетрудно догадаться, что количество компонент сигнала, которые

должны укладываться в обусловленные интервалы напряжений, можно увеличивать неограниченно. Для этого достаточно добавлять по паре компараторов на каждую компоненту сигнала и по одному двухвходовому элементу ИСКЛЮЧАЮЩЕЕ ИЛИ, а также по одному входу логических элементов И и И – НЕ.

Применяя несколько устройств по рис. 3, подключенных параллельно к выходам одного приемного тракта обнаружительного устройства (совместно с соответствующими компараторами), мы можем на выходе каждого из них получить сигналы об идентификации предметов, обладающих теми или иными заданными свойствами.

Очевидно что, используя описанный алгоритм, мы можем организовать селекцию программно с применением современных микроконтроллеров, содержащих в своем составе и логические элементы и компараторы. Более того, можно программно организовать процесс самонастройки системы на обнаружение тех или иных намагниченных предметов.

Описанное устройство успешно применялось в металлообнаружителях скрытного ношения и обеспечивало селекцию пистолета от таких предметов личного пользования как связки ключей, наручные часы и пряжки поясного ремня.

Очевидно, что данное устройство может найти применение и в дефектоскопии.

Список литературы

1. Контроль. Диагностика, 2000, № 9 (27), Приложение к журналу. Методы и средства обнаружения противопехотных мин в рамках программы гуманитарного разминирования. Аналитический обзор.
2. Даджион Д., Мерсеро Р. Цифровая обработка многомерных сигналов. – М. : Мир, 1988. – 488 с.
3. Шило В. Л. Популярныe цифровые микросхемы. – Челябинск : Металлургия, 1989. – 352 с.